

OBSERWACJE METEORÓW KAMERAMI PFN W 2019 ROKU

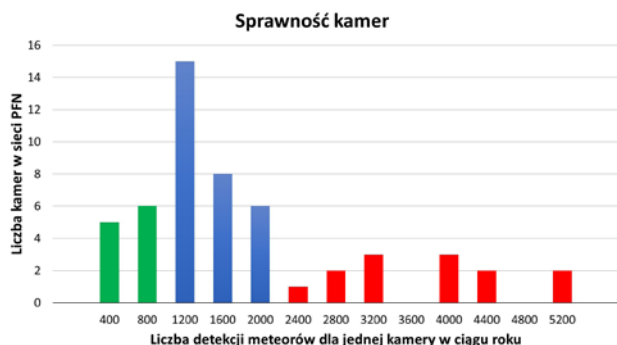
Obserwacje meteorów są prowadzone współcześnie głównie przez sieci kamer video. Wpatrywanie się w niebo zawiera wiele romantyzmu i emocji w oczekiwaniu na pojawienie się kolejnej spadającej gwiazdy, ale dzięki nim jesteśmy w stanie obserwować meteory nieprzerwanie przez cały rok. Jedynym ograniczeniem jest pogoda, a ta czasem płata nam figle i psuje się akurat wtedy, kiedy tego nie chcemy. Systematyczne obserwacje prowadzone każdej nocy pozwalają na badanie charakterystyki strumieni meteoroidów, ich zmienności oraz cech fizycznych należących do nich obiektów. Dzięki temu możliwe jest wyznaczenie trajektorii lotu drobin materii w ziemskiej atmosferze. Umożliwia to policzenie orbit, po jakich poruszały się wcześniej, czyli dowiadujemy się, z którego obszaru Układu Słonecznego do nas przybyły. Meteory należące do strumienia meteoroidów mają orbity o podobnych parametrach i widzimy je jako wylatujące z jednego miejsca na niebie, zwanego radiantem.

Polish Fireball Network (PFN) to polska sieć kamer dedykowana do obserwacji jasnych meteorów. Została zorganizowana przez Pracownię Komet i Meteorów (www.pkim.org) w 2004 r. Projekt pozwala na naukowe wykorzystanie obserwacji wykonywanych głównie przez miłośników astronomii, obserwatoria astronomiczne, ośrodki kultury i szkoły.

SPRZĘT PFN DO OBSERWACJI METEORÓW

Sprzęt video wykorzystywany przez PFN do obserwacji meteorów można podzielić na trzy grupy. Różnią się one ceną i charakterem uzyskiwanych wyników.

Najliczniejszą grupę w sieci PFN wciąż stanowią tanie kamery analogowe, od których zaczynaliśmy nasz projekt. Do obserwacji są wybierane kamery o czułościach co najmniej 0,005 lx. Takie kamery, które przez lata wybieraliśmy jako optymalne, to model Tayama C3102-01A1. Od lat nie jest on produkowany, podobnie jak wiele innych modeli, które pojawiły się po niej



Rozkład liczb rejestrowanych meteorów przez pojedyncze kamery. Kolory zielony, niebieski i czerwony odpowiadają odpowiednio kamerom cyfrowym, analogowym tanim i analogowym czułym



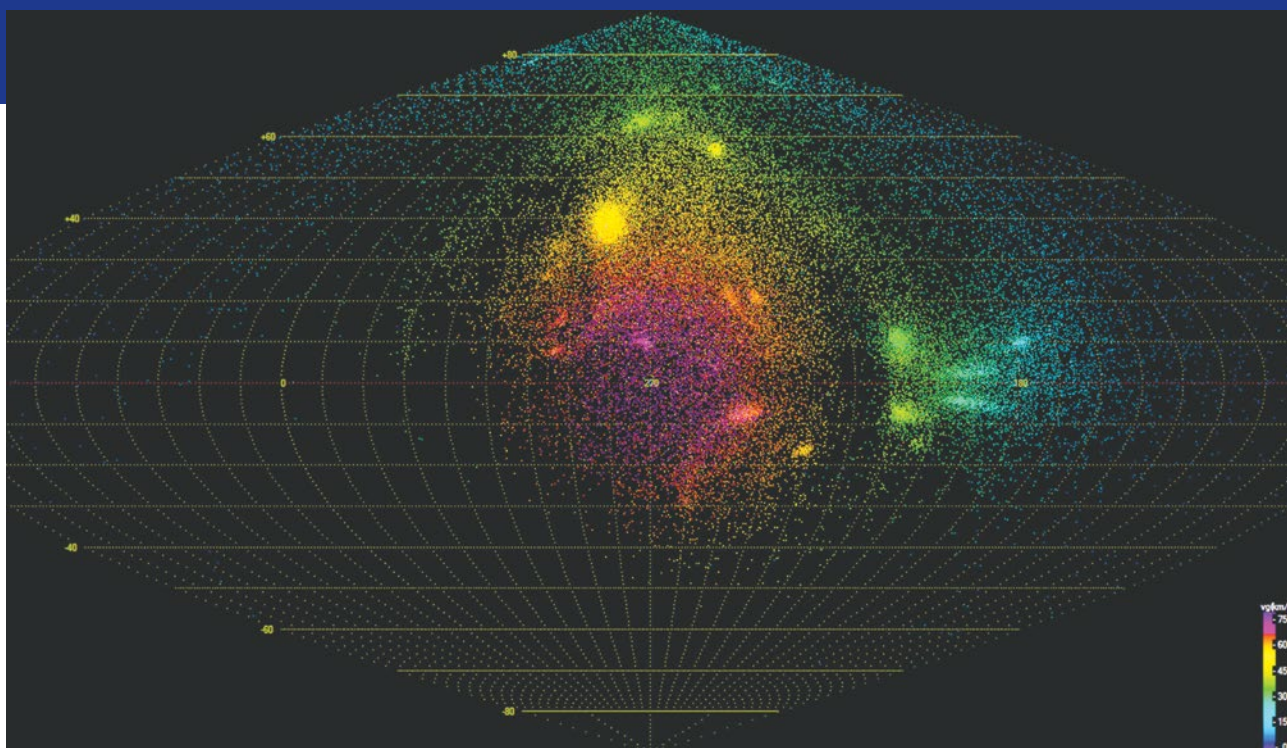
Mapa rozmieszczenia stacji PFN

i były wykorzystywane przez sieci obserwacyjne innych krajów. Ze względu na malejący popyt i odchodzenie od technologii analogowych każdy nowy zakup wiąże się z koniecznością poszukiwania odpowiedniego modelu. Z drugiej strony obecnie łatwiej trafić na czułą kamerę. Standardem dla tanich analogowych kamer video przyjętym w PFN są obiektywy o ogniskowej $f = 4$ mm i światłosiłach $F = 1,2$. Zestaw taki umożliwia zarejestrowanie meteorów jaśniejszych od 2 mag, z rozdzielczością wystarczającą do wykonywania obliczeń trajektorii i orbit meteoroidów. Przy niewielkiej cenie zestawu umożliwiają one rejestrowanie do 2000 meteorów rocznie.

Drugą kategorią kamer w PFN są najczulsze dostępne kamery analogowe Mintron 12V6HC-EX oraz obiektywy o światłosilach nawet $F = 0,75$. Koszt takiego zestawu może być 10-krotnie wyższy niż opisanego powyżej, ale pozwala na zarejestrowanie nawet 3–4-krotnie większej ilości słabszych meteorów, niemożliwych do zaobserwowania przez tańsze zestawy.

Trzecia kategoria to kamery cyfrowe. Ich czułości są obecnie porównywalne z tanimi kamerami analogowymi, ale pozwalają na uzyskanie rozdzielczości 1920×1200 . Dla tych kamer zastosowaliśmy obiektywy Tamron 2,4–6 mm ze światłosilą $F = 1,2$. Kamery cyfrowe dzięki swojej wysokiej rozdzielczości pozwalają na zwiększanie pola widzenia bez ograniczania dokładności wyników. Dane uzyskiwane z tych kamer są znakomitej jakości, jednak jak dotąd rejestrujemy nimi wciąż mniej meteorów niż tanimi kamerami analogowymi.

Na histogramie została przedstawiona liczba kamer w sieci PFN w zależności od tego, jak wiele meteorów rejestrują w ciągu

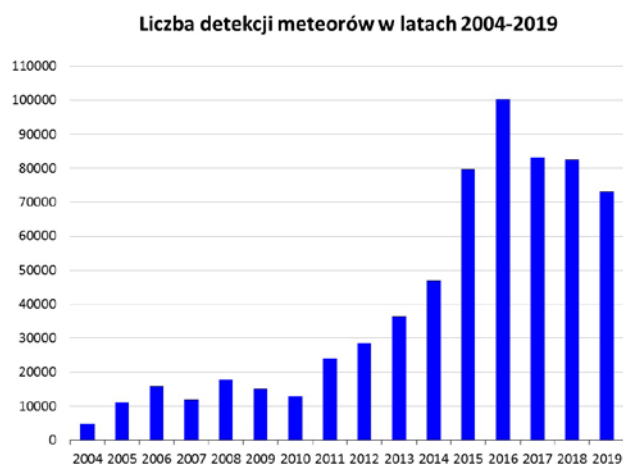


Pozycje ponad 100 tysięcy radiantów meteorów wyznaczone na podstawie danych z 16 lat działania PFN. Za zgęszczenia punktów odpowiedzialne są roje meteorów, które wylatują z konkretnych obszarów na niebie. Kolory odpowiadają prędkościom meteorów, najwolniejsze zaznaczone są kolorem niebieskim, najszybsze fioletowym

roku. Kolorem zielonym oznaczono kamery cyfrowe, niebieskim kamery analogowe tania i czerwonym kamery analogowe czułe. Ze względu na zbliżone czułości kamer cyfrowych i analogowych spodziewamy się, że mniejsza liczba detekcji wynika jedynie z niedopracowania algorytmów detekcji meteorów.

OPROGRAMOWANIE

Obraz z kamer jest analizowany automatycznie przez programy do wykrywania meteorów. W przypadku kamer analogowych wykorzystywany jest do tego program MetRec lub UFOCapture. Dla kamer cyfrowych stosujemy UFOCapture oraz Freeture. Prowadzimy również zaawansowane prace nad własnym oprogramowaniem.

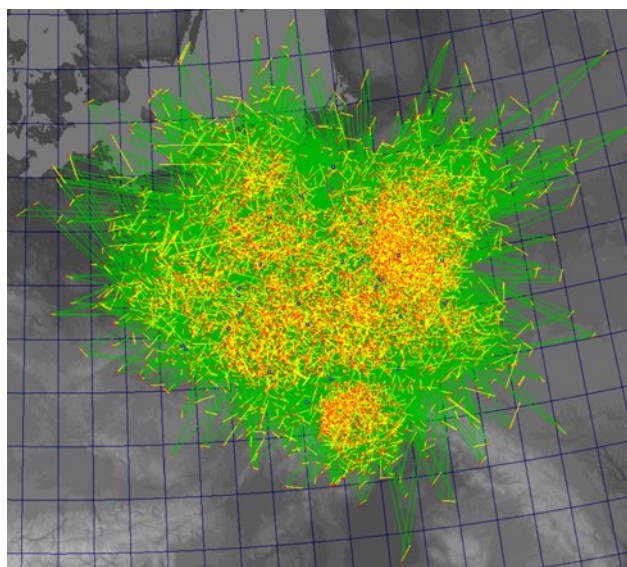


Wykres liczby detekcji zarejestrowanych przez kamery PFN

Dane rejestrowane przez kamery przesyłane są przez obserwatorów lub automatycznie na centralny serwer, gdzie dokonywana jest ich analiza i wyznaczanie trajektorii. Programem do wstępnego przeglądania wyników z sieci bolidowej jest UFOOrbit. Precyzyjne obliczenia wykonywane są za pomocą pakietu PyFN stworzonego przez Przemysława Żołądka.

16 rok działania PFN

Zestawienie wyników uzyskanych przez PFN z ostatnich lat przedstawia poniższa tabela. Ostatni rok zakończył się niższą liczbą detekcji niż ostatnie kilka lat. Zawiniła pogoda. Pierwszy



Trajektorie meteorów zaznaczone żółtymi kreskami wyznaczone na podstawie danych z 2019. Obraz wizualizuje pole detekcji meteorów osiągalne dla kamer PFN

raz w historii PFN chmury uniemożliwiły obserwacje prawie całego okresu najwyższej aktywności Perseidów.

Obserwacje wykonane przez PFN oraz wyznaczone orbity w latach 2004–2019

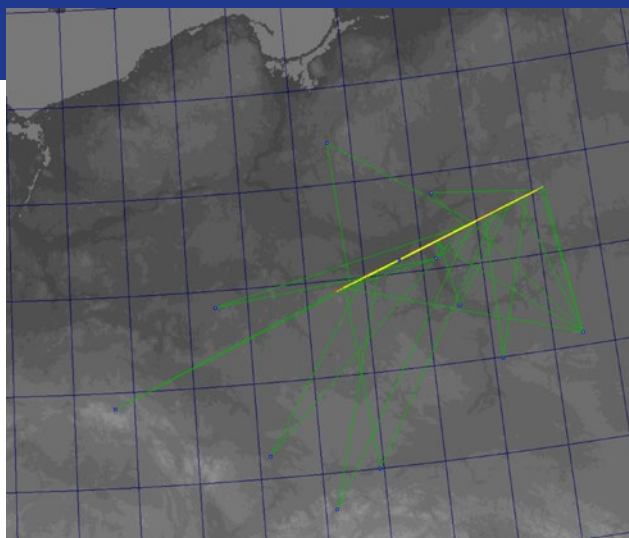
Rok	Detekcje	Orbity
2004	4877	226
2005	11089	661
2006	15766	1310
2007	11914	547
2008	17740	1535
2009	15040	1251
2010	12814	903
2011	24063	3424
2012	28527	4166
2013	36424	6133
2014	46928	7349
2015	79754	13685
2016	100389	19087
2017	83095	14586
2018	82547	15296
2019	73056	12637
RAZEM	644024	102797

Ilości zarejestrowanych meteorów przez poszczególne kamery zostały zestawione w tabeli. Dla kamer cyfrowych nadal trwa analiza danych, dlatego nie uwzględniono ostatecznych ilości zaobserwowanych zjawisk w tabeli. Wykorzystując program UFOOrbit, wyznaczono w sumie 12637 orbit meteorów w roku 2019.

Pokrycie nieba nad Polską przez kamery PFN zobrazowane zostało na mapie przedstawiającej wszystkie policzone trajektorie meteoroidów. Zapraszamy również chętnych do współpracy przy tworzeniu sieci PFN. Można dołączyć ze swoim sprzętem lub poprosić o wsparcie PFN. Zgłoszenia prosimy kierować na adres pkim@pkim.org.

Zestawienie obserwacji wykonanych w 2019 r.

ID PFN	Stacja	Obserwator	Kamera	Met.	Orb
PFN01	Ostrowik	Maciek Myszkiewicz	PAV01	1650	1013
PFN06	Kraków	Maciej Kwinta	PAV06	1488	839
			PAV07	1695	760
			PAV79	2924	1315
			MDC14		
PFN19	Kobiernice	Mariusz Szlagor	PAV08		
PFN20	Urzędów	Mariusz Gozdalski	PAV25		
			PAV26	539	376
			PAV99		
PFN24	Gniewowo	Krzysiek Polakowski	MDC09		
PFN29	Klecza Dolna	Mariusz Szlagor	MDC13		
PFN30	Wrocław	Mateusz Dmitrzak	PAV33	562	399
PFN32	Chełm	Maciej Maciejewski	PAV34	111	100
			PAV35	2810	653
			PAV36	4787	2000
			PAV43	4052	1540
			PAV60	5857	1106
			MDC08		
PFN37	Nowe Miasto Lub.	Janusz Laskowski	PAV42	1084	694
PFN38	Podgórzyń	Tomek Krzyżanowski	PAV44	1726	655
			PAV49	866	277
			MDC15		
PFN39	Rosocha	Andrzej Dobrychłop	PAV39	809	520
PFN40	Otwock	Zbyszek Tymiński	PAV52	4404	2159
			PAV01	61	28
			PAV09	1462	1098
PFN41	Twardogóra	Henryk Krygiel	PAV45	932	553
			PAV53	932	471
PFN43	Siedlce	Maciej Myszkiewicz	MDC07		
PFN46	Grabniak	Tomasz Łojek	PAV01	704	204
			PAV57	299	162
			MDC06		
PFN48	Rzeszów	Marcin Bęben	PAV64	327	200
			PAV77	337	100
			MDC03		
PFN50	Brzozówka	Andrzej Skoczewski	MDC24		
PFN51	Zelów	Jarosław Twardowski	PAV22	617	138
PFN52	Stary Sielc	Marcin Stolarz	PAV66	4468	2258
			PAV75	3813	1504
			PAV01	148	88
			MDC04	606	381
			MDC12	445	347
PFN57	Krotoszyn	Tomasz Suchodolski	PAV70	586	259
PFN59	Drawsko Pom.	Mirek Krasnowski	MDC10		
PFN60	Bystra	Piotr Nowak	PAV74	986	491
			PAV80	4282	1325
PFN61	Piwnice	Marcin Gawroński	PAV10	1674	566
			PIW01	800	415
PFN62	Szczecin	Zbigniew Laskowski	MDC05		
PFN63	Starowa Góra	Arek Raj	MDC11		
			MDC20		
			MDC26		
PFN64	Grudziądz	Sebastian Soberski	MDC18		
PFN67	Nieznaszyn	Walburga Węgrzyk	PAV02	1412	488
			PAV78	2589	1213
PFN69	Lamkówko	Jacek Kapcia	PAV01	743	226
PFN70	Kodeń	Piotr Onyszczyk	PAV67	751	633
PFN71	Radomsko	Hubert Drózd	PAV01	254	129
PFN72	Kozmin Wkp	Krzysztof Polak	PAV01	1906	1133
			PAV02	1263	1029
PFN73	Chrzanów Mały	Paweł Zaręba	PAV01	892	776
			PAV02	795	703
			PAV03	1072	893
PFN75	Karpacz	Tomek Krzyżanowski	PAV81	303	174
PFN76	Kozienice	Artur Jaśkiewicz	PAV01	1260	881



Trajektoria zjawiska z 2019.10.21 19:54:07.52

ORIONID Z 2019.10.21

Rok 2019 w porównaniu z innymi latami działania PFN był ubogi w spektakularne bolidy nad Polską. Najdłuższym zjawiskiem zarejestrowanym jednocześnie aż przez 15 kamer PFN był Orionid, który pojawił się 21 października 2019 o 19:54:07.52 UT.

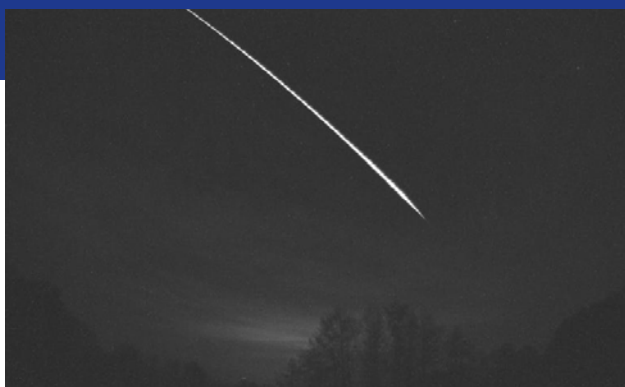
Początek tego zjawiska znajdował się na wysokości 120,6 km. Bolid wpadł do atmosfery z prędkością 64,4 km/h i po przelecie 233,1 km zgasł na wysokości 97 km. Poniżej znajdują się parametry orbitalne obliczone za pomocą programu UFOorbit.

2019-10-21 19:54:07.52					
Vg	64,4	km/s	a	5,3561	au
Ra	92,3965	deg	q	0,4882	au
Dec	16,0015	deg	e	0,90884	
H pocz.	120,6	km	peri	94,0208	deg
H końca	97,0	km	node	27,8497	deg
Długość	233,1	km	i	163,297	deg

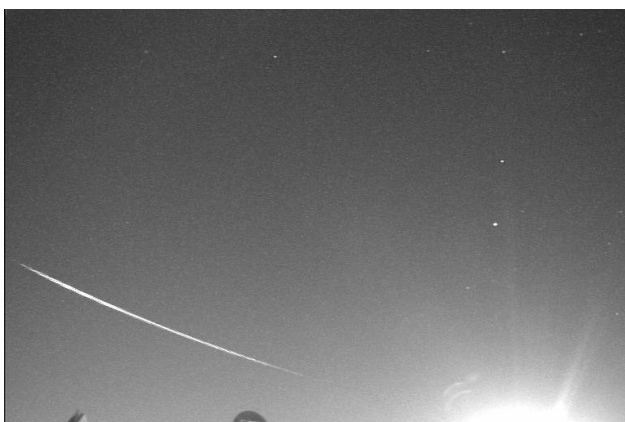
 **Mariusz Wiśniewski**



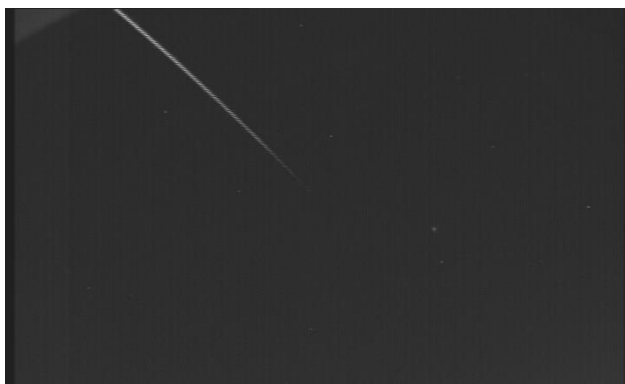
PFN63 MDC11 Starowa Góra, Arek Raj



PFN52 MDC12 Stary Sielc, Marcin Stolarz



PFN06 PAVO6 Kraków, Maciek Kwinta



PFN76 PAVO1 Kozienice, Artur Jaśkiewicz

PFN32 PAV36 Chełm, Maciej Maciejewski
Mariusz Wiśniewski